

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000207800 A**(43) Date of publication of application: **28 . 07 . 00**

(51) Int. Cl.

**G11B 15/60**  
**G11B 5/187**  
**G11B 5/53**

(21) Application number: **11373488**(22) Date of filing: **28 . 12 . 99**(30) Priority: **05 . 01 . 99 US 99 225281**(71) Applicant: **IMATION CORP**(72) Inventor: **FAHIMI ABOUTORAB SAEED  
SCHWARZ THEODORE ALBERT**

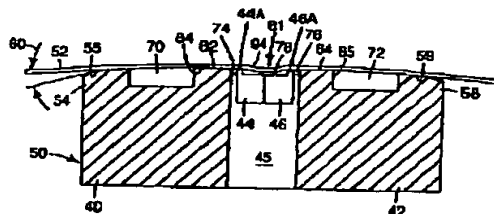
**(54) NEGATIVE PRESSURE HEAD ASSEMBLY FOR  
 LINEAR TAPE RECORDING SYSTEM HAVING  
 TAPE DEFORMING CAVITY**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance the stability of a tape in a region by that a tape moves on an interface region to generate a state of pressure below the ambience and a passing magnetic tape is bent or deformed to enter into a cavity.

**SOLUTION:** Flat regions 62, 64, 44A, 46A, read/write elements 74, 76 and a cavity 78 having a depth of about 0.5-20  $\mu\text{m}$  define an interface region 81 extending between edges 84, 85. A spontaneous state of pressure below the ambience over the entire interface region 81 is generated by moving a tape 52. Once such a spontaneous state of pressure below the ambience is generated, the tape 52 slightly matches with the cavity 78 when passing by the read/write elements 74, 76. When the tape 52 is slightly deformed or bent 94, a structural unity is ensured against flutters and other unstable factors along the interface region 81 of a magnetic head assembly 50.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-207800

(P 2 0 0 0 - 2 0 7 8 0 0 A)

(43) 公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G11B 15/60		G11B 15/60	M
5/187		5/187	C
5/53		5/53	A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全13頁)

(21) 出願番号 特願平11-373488

(22) 出願日 平成11年12月28日(1999.12.28)

(31) 優先権主張番号 09/225281

(32) 優先日 平成11年1月5日(1999.1.5)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596099398

イメーション・コーポレーション

Imation Corp.

アメリカ合衆国55128ミネソタ州オークデ  
イル、イメーション・プレイス1番

(72) 発明者 アバウトラブ・サイド・ファヒミ

アメリカ合衆国55164-0898ミネソタ州セ  
ント・ポール、ポスト・オフィス・ボック  
ス64898

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

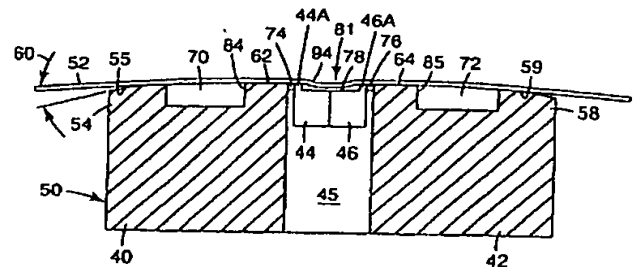
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テープ変形キャビティを有するリニアテープ記録システム用負圧ヘッドアセンブリ

(57) 【要約】

【課題】 磁気ヘッドの摩耗を最小限に抑えつつ磁気テープを磁気ヘッドに対して近接かつ安定した状態に保持する磁気ヘッドアセンブリを提供すること。

【解決手段】 実質的に矩形の前縁を有する実質的にフラットな領域と、該フラット領域中の少なくとも1つのキャビティと、を含むインターフェイス領域を含んでなるリニアテープシステム用磁気ヘッドアセンブリ。キャビティは、約0.5 $\mu$ m〜約20 $\mu$ mの深さを有する。フラット領域上のキャビティに隣接した位置には、少なくとも1つの読取り書き込み素子が配置される。インターフェイス領域をテープが移動すると、周囲以下の圧力状態が生成する。キャビティ上を磁気テープが通過すると、磁気テープは屈曲または変形する。このため、読取り書き込み素子とのインターフェイスにおけるテープの安定性が増大する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リニアテープシステムに使用するための磁気ヘッドアセンブリであって、

実質的に矩形の前縁を有する実質的にフラットな領域と、該フラット領域中に存在しかつ約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $20\mu\text{m}$ の深さを有する少なくとも1つのキャビティと、を含むインターフェイス領域と、

上記フラット領域上で該キャビティに隣接して配置される少なくとも1つの読取り書き込み素子と、を備えており、

磁気テープが上記インターフェイス領域を横切って移動すると、実質的にインターフェイス領域全体にわたり周囲以下の圧力状態が生成するとともに上記キャビティ上を通過するときに磁気テープが変形し、それにより読取り書き込み素子とのインターフェイスにおけるテープの安定性が増大する、磁気ヘッドアセンブリ。

【請求項 2】 前記インターフェイス領域に隣接する一対のブリードスロットと、磁気テープと前記インターフェイス領域との間のラップ角を約 $5^\circ$ 未満に保持するために該ブリードスロットに隣接して配置された一対のア

ウトリガと、を含む、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 3】 前記キャビティの両側にそれぞれ隣接して読取り書き込み素子を含む、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 4】 前記フラット領域中に一対のキャビティを含み、該一対のキャビティ間のフラット領域上に前記読取り書き込み素子が配置される、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 5】 前記前縁が、前記読取り書き込み素子よりも耐摩耗性の大きい物質を含む、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 6】 前記インターフェイス領域の平面度が約 $100\text{ nm}$ 未満であり、前記キャビティの長さが、テープの移動方向に測定した場合、約 $2.0\text{ mm}$ 未満であり、前記フラット領域の長さが、テープの移動方向に測定した場合、約 $2.0\text{ mm}$ 未満である、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 7】 前記キャビティの幅が、テープの移動方向に垂直な方向で測定した場合、磁気テープの幅よりも小さいか、大きい、または等しい、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 8】 前記周囲以下の圧力状態が、約 $1\text{ atm}$ 未満のレイノルズ圧である、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 9】 リニアテープシステムにおいて、磁気情報の記録、再生、および／または消去を双方向に行うことができる、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 10】 サーボ書き込み磁気ヘッドアセンブリを含む、請求項 1 記載のアセンブリ。

【請求項 11】 前記キャビティの深さが約 $0.5\sim 10\mu\text{m}$ である、請求項 1 記載のアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】 本発明は、National Institute of Standards and Technology (NIST) により裁定された協力契約番号70NANB5H116に基づいて米国政府の支援を得て行われた。米国政府は、本発明に対して一定の権利を有する。

## 【0002】

【発明の属する技術分野】 本発明は、可撓性磁気テープのトラックに対する情報の記録、再生、および／または消去を行うための磁気ヘッドアセンブリに関し、特に、安定なヘッド・テープ間隔を得るためにテープの屈曲力を利用するキャビティ含有フラットトップ負圧ヘッド輪郭に関する。

## 【0003】

【従来の技術】 磁気記録業界の動向は、より大きい容量、より速い転写速度、より速いアクセス、およびより一層短い波長のシグナルの記録および再生を行うことによるシステムバンド幅の増大を目指す方向にある。こうした動向を進展させるためには、磁気ヘッドと記録媒体とのインターフェイスでの密な接触が必要である。

【0004】 磁気テープへの書き込みおよび磁気テープからの読取りの最適性能を得るために、移動するテープを磁気ヘッドに対して近接かつ安定した状態に保持する必要がある。ヘッド・テープ間隔および浮動高さが増大すると、性能は劣化する。テープの浮動高さが増大すると、その結果として主に、読取り振幅は減少し、ピーク書き込み電流は増加する方向にシフトする。逆に、浮動高さが減少すると、読取り振幅は増大する。従って、浮動高さを最小限に抑えることにより、テープヘッドの性能を増大させることができる。

【0005】 磁気ヘッドの輪郭は、典型的には円筒形である。テープ速度が高くなると、移動するテープに付着した空気層は、磁気ヘッドと該磁気ヘッドを横切るテープ表面との間に巻き込まれ、その結果として磁気テープはヘッド上を「浮動」する。連行空気は、空気ベアリングとして機能し、ヘッドの輪郭からテープを浮上させ、インターフェイスから記録媒体を引き離し、結果としてシグナルの劣化を引き起こす。

【0006】 インターフェイスにおけるテープと磁気ヘッドとの密な接触は、典型的には、磁気ヘッドを横切るテープの張力の増加とテープ中への磁気ヘッドの食い込みの増加とを組み合わせることによって増大させる。円筒形磁気ヘッド上の浮動高さを最小限に抑えるためのもう1つの手法は、ブリードスロットを導入することである。テープがヘッドを横切る際、ブリードスロットは、空気層の高さ分布を減少させる。この場合、ブリードスロットは、タイヤ上のトレッドと類似した役割を果たす。タイヤのトレッドが溝を介してタイヤ表面からの水の除去を助長し、タイヤ表面がハイドロブレーニングを起こさないようにするのとまったく同じように、ブリードスロットは、溝を介してヘッドの輪郭表面からの空気

の除去を助長し、ヘッド・テープ間隔を最小限に抑える。

【0007】最適ヘッド輪郭デザインは、典型的には、約4〜約8 mmの曲率半径を有する円筒表面と、ヘッド・テープ間隔を最小限に抑えるための長手方向または横方向のいずれかを向いたエアブリード溝とに基づく。典型的なヘッド・テープインターフェイスでは、ヘッドからテープへの食い込み約3〜約5 mmとテープの張力約80〜約120 N/mとを組み合わせで適切な下向きの力を形成することにより、近接したヘッド・テープ間隔を得る。しかしながら、薄膜ヘッドの場合、過度に摩耗すると、ヘッドプロファイルの変化またはギャップの浸食のいずれかを生じる恐れがある。

【0008】例えば、長期間にわたり使用した後、典型的には、磁気テープの移動に垂直な方向に波形の摩耗プロファイルが磁気ヘッド上で形成される。このプロファイルは、テープの幅全体にわたりヘッド・テープ間隔が不均一であることが原因で生じる。言い換えると、テープの浮動高さは、テープの幅方向の場所によって変化する。浮動高さのより低い場所では、浮動高さのより高い場所よりもヘッドの摩耗は顕著である。

【0009】図1は、フラット領域24中に位置する読取り書込み素子22を備えた普通のフラット磁気ヘッド20の概略図であり、これについては、Hinteregger et al., Contact Tape Recording with a Flat Head Contour, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 32, No. 5, Pg. 3476, September 1996に一般的な記載がある。図1の構成では、29の方向に移動するテープ28とフラット表面24とのインターフェイス26に周囲以下の圧力領域が生成する。図2は、磁気ヘッド20の長さ全体にわたるインターフェイス26における圧力を表したグラフである。磁気ヘッド20の前縁30で空気がテープ28に巻き込まれ、その結果、ヘッド・テープ間隔は、わずかに湾曲した形状32を呈する。従って、領域32の空気圧は、図2に示されているように周囲圧力以下になる。テープ28とフラット領域24との間の領域32で空気が膨張し、テープ28は下方に吸引される。残りのフラット領域24全体にわたり、空気圧は周囲圧力以下でほぼ一定に保持され、ヘッド・テープ間隔はほぼ一定に保持される。

【0010】最大の接触圧は、磁気ヘッド20の前縁30で生じる。典型的には約2°までの小さいラップ角および低減したテープ張力を用いた場合、テープ28の中央領域34は、テープフラッタが原因で不安定になる可能性がある。この不安定化は、テープ速度およびテープ張力の影響を受け易い。中央領域34でテープ28が不安定になると、読取り書込み素子22の摩耗が増大し、磁気ヘッド20の電気的性能が劣化する可能性がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の課題は、磁気ヘッドの摩耗を最小限に抑えつつ磁気テープを

磁気ヘッドに対して近接かつ安定した状態に保持する磁気ヘッドアセンブリを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の負圧ヘッド輪郭を用いると、テープ速度およびテープ張力の影響を受けにくくなり、しかも磁気ヘッドの大きなフラット領域全体にわたりヘッド・テープ間隔は実質的に均一に保持される。テープと本発明の負圧ヘッド輪郭とのインターフェイスを保持するのに必要な下向きの力は、ヘッドの食い込みとテープの張力との組合せによって生じるのではなく、主に、外界圧力以下の空気ベアリングとテープの屈曲力とから生じる。空気ベアリング圧は、実質的に磁気ヘッド全体にわたり周囲圧力以下であるため、インターフェイス領域においてテープが磁気ヘッドに圧下される。読取り書込み素子に隣接したキャビティ中で生じるテープの屈曲力により、テープ速度が速い場合でさえも、不安定化は最小限に抑えられる。所望のヘッド・テープ間隔を得るためにテープの張力およびヘッドの食い込みを用いることはもはや必要ないため、これらのパラメータを最小限に抑えることができる。その結果、ヘッドの摩耗およびテープの損傷は低減する。

【0013】本発明は、実質的にフラットな領域と、実質的に矩形の前縁と、フラット領域中の少なくとも1つのキャビティとを有するインターフェイス領域を備えた、リニアテープシステムの磁気ヘッドアセンブリに関する。実施形態において、キャビティは、約0.5 μm〜約20 μmの深さを有する。フラット領域上でキャビティに隣接した位置には、少なくとも1つの読取り書込み素子が配置される。インターフェイス領域上をテープが移動すると、自然発生的に周囲以下の圧力状態が生成する。磁気ヘッドアセンブリ上を磁気テープが通過すると、磁気テープは屈曲または変形してキャビティ中に入り込む。このため、インターフェイス領域におけるテープの安定性が増大し、それに伴って読取り書込み素子とのインターフェイスにおけるテープの安定性も増大する。

【0014】もう1つの実施形態において、インターフェイス領域は、実質的に矩形の前縁を備えた実質的にフラットな領域とフラット領域中の1対のキャビティとを有する。1対のキャビティ間の領域には、少なくとも1つの読取り書込み素子が配置される。このため、キャビティを含むインターフェイス領域を磁気テープが通過すると、周囲以下の圧力状態が生成する。各キャビティ上を磁気テープが通過すると磁気テープが変形し、これにより、読取り書込み素子とのインターフェイスにおけるテープの安定性が増大する。

【0015】磁気テープは、本質的に研磨性があるため、記録ヘッドの摩耗を引き起こす。ヘッド輪郭のデザインが不適切な場合には、テープ速度が速いときにヘッドの摩耗がかなり大きくなる可能性がある。本発明の負

庄ヘッド輪郭を用いると、磁気ヘッドの縁部における接触圧は比較的高くなり、読取り書込み素子における接触圧は緩和されるが、この場合、磁気的性能は、ほとんど摩擦によって左右される。結果として、読取り書込み素子における摩擦は低減する。磁気ヘッドの縁部を強化してヘッドの幾何学形状を保持するために、より硬質の材料を使用することができる。縁部における硬い接触はスクレーパとして機能するため、読取り書込みギャップ中へのデブリの混入が減少するという更なる利点が得られる。

【0016】本発明の負圧ヘッド輪郭を用いると、摩擦特性が低減するほかに、広範囲にわたるテープ速度およびテープ張力において自動平衡力（上向きおよび下向き）が得られる。この現象により、開始および停止を含むすべての運転段階において、ヘッド・テープ間隔に及ぼすテープ速度およびテープ張力の影響が低減する。例えば、読取り書込み素子とのインターフェイスにおけるヘッド・テープ間隔、接触圧、およびレイノルズ圧は、約4 m/sから少なくとも12 m/sまでのテープ速度において実質的に一定である。もう1つの実施形態では、約40 N/m未満、好ましくは20 N/m未満のテープ張力および少なくとも約4 m/sのテープ速度において、テープと読取り書込み素子とのアスペリティ接触が保持される。アスペリティ接触とは、テープと読取り書込み素子との少なくともいくらかの軽い物理的接触を意味する。

【0017】読取り書込み素子とテープとのインターフェイスは、硬質ディスク構成の場合と同じように、フラット領域で生じる。本発明の負圧ヘッド輪郭のマルチチャネルヘッドデザインは、硬質ディスクヘッド技術を使用して作製することができる。このデザインは単純であるため、平坦さ、荒さ、および全体的幾何学形状に対して厳格な許容誤差内でヘッドを製造することができる。磁気ヘッドの前縁および後縁は、接触圧が大きい、スクレーパとして機能し、インターフェイス領域中への粒子の混入を最小限に抑える。このほか、読取り書込み素子に隣接したキャビティは、インターフェイスにおけるデブリの回収点として機能することができる。

【0018】記載の実施形態では、単一方向および双方向の両方の記録用途でできるように、ヘッドの中心線に対して対称なヘッド輪郭がデザインされている。少し変更を加えれば、ヘッドの輪郭を、種々のテープ幅および読取り書込みギャップの数に適合させることができる。

【0019】本発明はまた、リニアテープシステムにおける磁気情報の記録、再生、および/または消去、あるいは磁気テープへのサーボ書込みを行うための磁気テープシステムに関する。

【0020】

【発明の実施の形態】図3および図5は、本発明に係る可撓性磁気テープ52のトラックに対して磁気情報の記

録、再生、および/または消去を行うための磁気ヘッドアセンブリを示す種々の図である。磁気ヘッドアセンブリは第1の基材40を具備し、この基材上には薄膜磁気読取り書込み素子74が配置されている。第1の基材にはクロージャピース44が接合されている。第1の基材40に隣接して、薄膜磁気読取り書込み素子76とクロージャピース46とを備えた第2の基材42が配置されている。クロージャピース44、46はそれぞれ、隆起部分44A、46Aを有する。クロージャピース44、46は、磁気ヘッドアセンブリ50の背後から読取り書込み素子74、76へのアクセスを可能にする開口領域45を形成する。

【0021】第1の基材40は、アウトリガ54、ブリードスロット70、およびフラット領域62を具備する。第2の基材42は、アウトリガ58、ブリードスロット72、およびフラット領域64を具備する。フラット領域62、64のそれぞれの前縁84、85は、実質的に矩形である。記載の実施形態では、フラット領域62、64はまた、それぞれクロージャピース44、46の隆起部分44A、46Aを有する。基材40、42は、フラット領域62、64および隆起部分44A、46Aがフラットな共平面を形成するように、クロージャピース44、46に接合されている。クロージャピース44、46は、読取り書込み素子74、76に隣接するキャビティ78を規定する。

【0022】フラット領域62、64、44A、46A、読取り書込み素子74、76、およびキャビティ78は、縁84と縁85の間に延在するインターフェイス領域81を規定する。インターフェイス領域81全体にわたる自然発生的な周囲以下の圧力状態は、テープ52の移動により生成する。周囲以下の圧力状態が生成すると、テープ52は、読取り書込み素子74、76を通過するときにキャビティ78にわずかに整合する。テープ52のわずかな変形または屈曲94が起これば、磁気ヘッドアセンブリ50のインターフェイス領域81に沿ってフラッタおよび他の不安定化因子に抵抗する構造的一体性が確保される。

【0023】アウトリガ54、58は、磁気ヘッドアセンブリ50のフラット領域62、64を横切る方向にラップ角60を規定する。磁気テープ52中へのヘッドの食い込みを最小限に抑えるために、アウトリガ54、58は、好ましくは、約1°～約5°の範囲のラップ角を保持する。アウトリガ54、58の表面55、59は、約6～8 mmの半径を有する。ブリードスロットは、これらの領域における磁気テープ52の上下の空気圧が実質的に周囲圧力になるように、典型的には、少なくとも約0.1 mmの深さである。

【0024】図4は、磁気テープ52と磁気ヘッドアセンブリ50との間の空気圧プロファイルを表したグラフである。所定の深さ、長さ、および幅を有するブリードスロット70および72を使用することにより、領域80、82のそれぞれにおけるテープ52下の空気圧は、ほぼ周囲圧力（ $P_a$ と記されている）になっている。磁気テープ52の底部に巻き込まれた空気は、フラット領域62の縁84（また

はフラット領域64の縁85:磁気ヘッドアセンブリ50は好ましくは双方向性であるため、テープの移動方向に依存する)で遮断される。こうした現象が起こるため、フラット領域62に対応する領域86において、減圧状態が生成する。キャビティ78は比較的浅いため、キャビティ領域90を通して減圧状態が持続する。領域92に対応するフラット領域64でも、負圧状態が保持される。テープの移動により、領域86、90、92を横切って自然発生的な周囲以下の圧力状態が生成する。最後に、磁気テープ52がブリードスロット72まで移動すると、テープ52の上下両方で周囲圧力状態に戻る。

【0025】図4に示されているキャビティ領域90における接触圧は、隣接するフラット領域62、64、すなわち、領域86、92における接触圧とほぼ同じ範囲内にある。3つの領域86、90、92がいずれも周囲以下の圧力であるかぎり、キャビティ領域90における接触圧は、隣接するフラット領域62、64における接触圧よりもわずかに大きくてもよいし、わずかに小さくてもよい。周囲以下の圧力の大きさは、テープ52がキャビティ78を通過するときにテープを変形または屈曲させるのに十分なものでなければならない。キャビティ78の深さまたは幅を変化させることにより、キャビティ領域90における接触圧を変えることができる。

【0026】記載の実施形態では、各フラット領域62、64の長さは、テープの移動方向に測定した場合、典型的には、約0.5 mm〜約3 mmである。キャビティ78の長さは、テープの移動方向に測定した場合、典型的には、約0.5 mm〜約2 mmである。キャビティ78の深さは、好ましくは少なくとも0.5 μmかつ約20 μm以下であり、より好ましくは約0.5 μm〜約5 μm、最も好ましくは約0.5〜3 μmである。

【0027】図5に最もよく示されているが、キャビティ78の幅79は、テープの移動方向に垂直な方向で測定した場合、テープ52の幅53よりも小さくても、大きくても、等しくてもよい。このほか、キャビティ78は、磁気ヘッドアセンブリ50の幅全体にわたって延在した幅79' (波線で示されている)を有していてもよい。キャビティ78はかなり浅いので、たとえキャビティ78の幅が、テープ52の幅53よりも小さいか、大きい、または等しい場合であっても、インターフェイス領域81全体にわたり周囲以下の圧力状態が保持される。読取り書込み素子74、76の幅は、典型的には、磁気テープ52の幅53よりも小さい。フラット領域62、64のそれぞれの前縁84、85は、好ましくは、Al-TiC (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC) のようなかなり硬質の材料から作製される。フラット領域62、64の平面度は、好ましくは約100 nm未満であり、表面粗さは、約100 nm RMS未満である。インターフェイス領域81全体の平面度は、好ましくは約100 nmである。

【0028】図6は、図5の磁気ヘッドアセンブリ50の斜視図であり、種々の層は示されていない。このほか、

キャビティ78は、図5に示されているように、磁気ヘッドアセンブリ50の縁まで延在していてもよい。

【0029】図7は、本発明に係る他の磁気ヘッドアセンブリ100を示す略図である。磁気ヘッドアセンブリ100は一对の基材130、132を具備し、基材上には読取り書込み素子104、106が配設されている。クロージャピース134、136は、基材130、132間のインターフェースを形成する。基材130、132はそれぞれ、キャビティ110、112に隣接するフラット領域114、116を有する。キャビティ110、112の反対側の基材130、132上にはそれぞれ、フラット領域113、115が配設されている。クロージャピース134、136は、読取り書込み素子104、106の間に位置するフラット領域108の一部分を規定する。フラット領域108、113、114、115、116は、好ましくは同一平面上にある。フラット領域114、116はそれぞれ、ブリードスロット118、120に隣接する。アウトリガ138、140はそれぞれ、ブリードスロット118、120の外側に位置する。

【0030】図8は、図7の他の磁気ヘッドアセンブリ100の斜視図であり、種々の層は示されていない。キャビティ110、112は磁気ヘッドアセンブリ100の縁まで延在しているが、このほか、図6に示されているように縁の手前で終了するものであってもよい。

【0031】図7に示されている実施形態では、インターフェイス領域126は、磁気ヘッドアセンブリ100の縁122と124の間に延在する。周囲以下の圧力状態は、実質的にインターフェイス領域126全体にわたって延在する。図3に関連して説明したように、キャビティの深さ、幅、および長さを調節することにより、キャビティ領域110、112中の接触圧プロフィールを制御することができる。図7に示されている実施形態には、テープの移動方向に沿って測定した場合、キャビティ110、112の適切な長さを保持した状態で読取り書込み素子104、106間の距離を調節する(好ましくは、最小限に抑える)ことができるという利点がある。

【0032】

【実施例】 (実施例1) 本発明に係る負圧ヘッド輪郭は、ヘッド・テープインターフェイスの2次元および3次元コンピュータシミュレーションに基づくものである。このシミュレーションでは、テープの弾性方程式と組み合わせたレイノルズ方程式に対して数値解法を適用する。以下に示されている結果は、いくつかのImation Corp. 製品、例えば、Imation製TRAVANブランドのデータカートリッジとして入手可能な18ゲージの磁気記録媒体の弾性および表面性に基づくものである。ヘッド・テープインターフェイスに対するシミュレーションの結果は、以下に記載の幾何学形状を有するガラスヘッドを用いて単色光干渉法により検証した。干渉法はまた、特定の磁気ヘッドアセンブリが種々の圧力、テープ張力、テープ速度などの条件下でアスぺリティ接触を保持するかを評価するために使用することができる。

【0033】2次元ミュレーションの結果は、テープ張力約87.56 N/mおよびテープ速度約5.08 m/sの条件下で厚さ7.5 μmのテープに対して行ったものである。アウトリガに対するラップ角約1° およびキャビティの深さ約1 μmをミュレーションで使用した。フラット領域およびキャビティの長さは、テープの移動方向で測定した場合、約2 mmであった。ヘッド・テープ間隔は約35 mmであり、レイノルズ圧は転移部を除けばヘッド上の大部分で周囲以下の圧力であった。負圧ヘッド輪郭は、図3、図5および図6に示されているものとほぼ同じであった。

【0034】図9は、磁気ヘッドの横方向の相対距離の関数として接触圧を示している。水平軸は、テープの移動方向の相対距離をmm単位で表している。テープの移動方向は、左から右である。0.0と記されている中心は、キャビティの中心である。フラット領域は、キャビティの両側に約2.0 mmの長さで延在する。最大接触圧は、それぞれ-1.0および1.0に位置するキャビティの前縁および後縁の転移部で生じる。なぜなら、テープが屈曲してキャビティ中に入り込むからである。最大接触圧はまた、ブリードスロットに隣接した-3.0および3.0に位置するフラット領域の外縁の転移部でも生じる。接触圧は、いずれの場所においても、特に、読取り書き込み素子を含むフラット領域に沿って比較的一様である。

【0035】図10は、磁気ヘッドの横方向の相対距離の関数としてレイノルズ圧を示している。水平軸は、図9の場合と同じである。この場合にも、最大レイノルズ圧は、それぞれ-3.0、-1.0、および1.0、3.0に位置する2つのフラット領域の前縁および後縁で生じる。

【0036】図11は、磁気ヘッドの横方向の相対距離の関数としてヘッド・テープ間隔を示している。水平軸は、図9の場合と同じである。垂直軸は、 $10^{-7}$  m単位で表されたキャビティの深さである。最大ヘッド・テープ間隔は、それぞれ-1.0および1.0に位置するキャビティの前縁および後縁で生じる。

【0037】テープドライブ中でヘッドが適切な機械的動作を行うことを保証するために、テープ張力およびテープ速度の範囲を考慮に入れて解析を行う。約1~約10 m/sのテープ速度に対して、典型的なテープ張力として約20~約100 N/mを使用する。図12に示されているように、読取り書き込みギャップにおけるヘッド・テープ間隔は、テープ張力の増大に伴って減少する。ヘッド・テープ間隔は、テープ速度が約4 m/sに達するまでテープ速度の増加に伴って減少する。読取り書き込みギャップにおけるヘッド・テープ間隔は、少なくとも12 m/sのテープ速度までそれほど速度の影響を受けない。

【0038】図13に示されているように、接触圧（大気圧で規格化した）は、読取り書き込み素子においてテープ張力と共に増大する。また、読取り書き込み素子における接触圧は、テープ速度の増加に伴って増大する。テ

ープ速度が約4 m/sに達した後、読取り書き込み素子における接触圧は、少なくとも12 m/sのテープ速度までそれほど速度の影響を受けない。

【0039】図14に示されているように、最大接触圧は、テープ張力と共に増大する。しかしながら、最大接触圧は、テープ速度が約4 m/sに達するまではテープ速度と共に増大するが、その後は、少なくとも12 m/sのテープ速度においてさえも、それほど速度の影響を受けない。これは、読取り書き込み素子におけるヘッド・テープ間隔および接触圧の場合と類似した挙動である。読取り書き込み素子におけるヘッド・テープ間隔、読取り書き込み素子における接触圧、および最大接触圧は、約4 m/sのテープ速度で安定化し、少なくとも12 m/sのテープ速度ではほぼ一定である。

【0040】図15~図17は、ラップ角が、読取り書き込み素子におけるヘッド・テープ間隔、読取り書き込み素子における接触圧、および最大接触圧のそれぞれに及ぼす影響を示している。既に述べたように、キャビティの深さは約1 μm、テープ速度は約5.08 m/s、テープ張力は約87.56 N/mであった。ラップ角を増大させると、ヘッド・テープ間隔は小さくなり、接触圧および最大接触圧はわずかに大きくなる。ラップ角が約5°を超えると、ヘッド・テープ間隔は実質的に改良されることはないが、最大接触圧およびヘッドの摩耗は増大する。約0.5°~約5°のラップ角が最適性能を提供すると考えられる。

【0041】ラップ角約1°、テープ速度約5.08 m/s、およびテープ張力約87.56 N/mにおける最大接触圧に対する有効キャビティ深さを図18に示す。キャビティ深さの関数としての最大接触圧は初期増加を呈するが、読取り書き込み素子におけるヘッド・テープ間隔および接触圧は、約1~約5 μmのキャビティ深さ範囲にわたり実質的に変化しない。しかしながら、キャビティ深さを増大させると（約10 μmより大きくすると）、最大接触圧は低下し、読取り書き込み素子におけるヘッド・テープ間隔は大きくなる。キャビティ深さが約30 μmまで増大すると、キャビティはブリードスロットのような働きをするようになり、読取り書き込み素子における周囲以下の圧力状態の利点が失われる。

【0042】（実施例2）実施例2は、図7に示されている2キャビティ型の実施形態に従った負圧ヘッド輪郭のデザインに関するものである。データは、ヘッド・テープインターフェイスのコンピュータミュレーションに基づく。このミュレーションでは、テープの弾性方程式と組み合わせたレイノルズ方程式に対して数値解法を適用する。以下に示されている結果は、いくつかのImation Corp.製品、例えば、Imation製TRAVANブランドのデータカートリッジとして入手可能な18ゲージの磁気記録媒体の弾性および表面性に基づくものである。

【0043】2次元ミュレーションの結果は、テープ張

力約87.56 N/mおよびテープ速度約5.08 m/sの条件下で厚さ7.5 $\mu$ mのテープに対して行ったものである。アウトリガに対するラップ角約1° およびキャビティの深さ約1 $\mu$ mをミュレーションで使用した。中央のフラット領域および2つのキャビティのそれぞれの長さは、テープの移動方向で測定した場合、約1 mmであった。2つのキャビティの外側のフラット領域のそれぞれの長さは、約0.5 mmであった。ヘッド・テープ間隔は約43 nmであり、レイノルズ圧は転移部を除けばヘッド上の大部分で周囲以下の圧力であった。

【0044】図19は、磁気ヘッドの横方向の相対距離の関数として接触圧を示している。水平軸は、テープの移動方向の相対距離をmm単位で表している。テープの移動方向は、左から右である。0.0と記されている中心は、読取り書き込み素子を含むフラット領域の中心である。このフラット領域は、中心の両側に0.4 mmの長さで延在する。キャビティは、中央のフラット領域の両側に0.8 mmの長さで延在する。キャビティは、水平軸に沿ってそれぞれ約-12.0、-4.0、および4.0、12.0の位置に存在する。キャビティの外側のフラット領域は、それぞれ

約-16.0、-12.0、および12.0、16.0の位置に存在する。【0045】垂直軸は、atm単位で表された接触圧である。最大接触圧は、それぞれ-12.0、-4.0、4.0、12.0に位置するキャビティの前縁および後縁の転移部で生じる。なぜなら、テープが屈曲してキャビティ中に入り込むからである。最大接触圧はまた、ブリードスロットに隣接した-16.0、16.0に位置するフラット領域の外縁でも生じる。接触圧は、いずれの場所においても、特に、読取り書き込み素子を含むフラット領域に沿って比較的一様である。

【0046】図20は、磁気ヘッドの横方向の相対距離の関数としてレイノルズ圧を示している。水平軸は、図19の場合と同じである。最大レイノルズ圧は、最大接触圧と同じ場所で生じる。

【0047】図21は、磁気ヘッドの横方向の相対距離の関数としてヘッド・テープ間隔を示している。水平軸は、図19の場合と同じである。垂直軸は、10<sup>-1</sup> m単位で表されたキャビティの深さである。最大ヘッド・テープ間隔は、最大接触圧および最大レイノルズ圧と同じ場所で生じる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術のフラットヘッド輪郭の概略図である。

【図2】 図1のヘッドに沿ってテープ下の空気圧を表したグラフである。

【図3】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭を示す断面図である。

【図4】 図3のヘッドの長手方向に沿ってテープ下の圧力プロファイルを表したグラフである。

【図5】 図3の負圧ヘッド輪郭を示す上面図である。

【図6】 本発明に係る他の負圧ヘッド輪郭を示す斜視図である。

【図7】 本発明に係る他の負圧ヘッド輪郭を示す略側面図である。

【図8】 図7の他の負圧ヘッド輪郭を示す斜視図である。

【図9】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭の長手方向に沿って接触圧を表したグラフである。

【図10】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭の長手方向に沿ってレイノルズ圧を表したグラフである。

【図11】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭の長手方向に沿ってヘッド・テープ間隔を表したグラフである。

【図12】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭上のテープ速度の関数として読取り書き込みギャップにおけるヘッド・テープ間隔を表したグラフである。

【図13】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭上のテープ速度の関数として読取り書き込みギャップにおける接触圧を表したグラフである。

【図14】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭上のテープ速度の関数として読取り書き込みギャップにおける最大接触圧を表したグラフである。

【図15】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭のヘッドラップ角の関数として読取り書き込みギャップにおけるヘッド・テープ間隔を表したグラフである。

【図16】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭のヘッドラップ角の関数として読取り書き込みギャップにおける接触圧を表したグラフである。

【図17】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭のヘッドラップ角の関数として最大接触圧を表したグラフである。

【図18】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭中のキャビティの深さの関数として最大接触圧を表したグラフである。

【図19】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭の長手方向に沿って接触圧を表したグラフである。

【図20】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭の長手方向に沿ってレイノルズ圧を表したグラフである。

【図21】 本発明に係る負圧ヘッド輪郭の長手方向に沿ってヘッド・テープ間隔を表したグラフである。

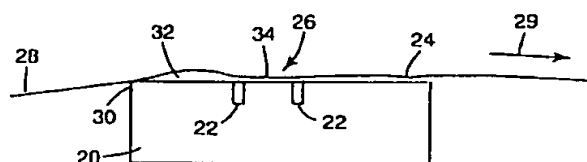
#### 【符号の説明】

- 20 フラット磁気ヘッド
- 22 読取り書き込み素子
- 24 フラット領域
- 26 インターフェイス
- 28 磁気テープ
- 29 磁気テープ移動方向
- 30 前縁
- 32 湾曲領域
- 34 中央領域
- 40 基材
- 42 基材

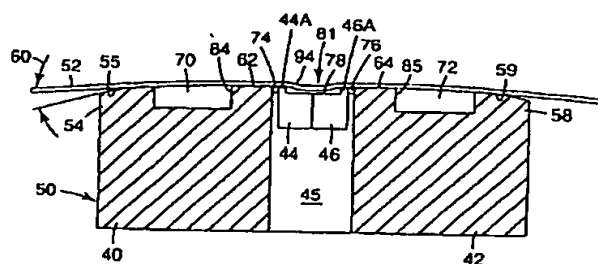


44 クロージャピース  
 44A 隆起部分  
 45 開口領域  
 46 クロージャピース  
 46A 隆起部分  
 50 磁気ヘッドアセンブリ  
 52 可撓性磁気テープ  
 53 磁気テープ幅  
 54 アウトリガ  
 55 アウトリガ表面  
 58 アウトリガ  
 59 アウトリガ表面  
 60 ラップ角  
 62 フラット領域  
 64 フラット領域  
 70 ブリードスロット  
 72 ブリードスロット  
 74 薄膜磁気読取り書き込み素子  
 76 薄膜磁気読取り書き込み素子  
 78 キャビティ  
 79' キャビティの全幅  
 79 キャビティ幅  
 80 周囲圧力領域  
 81 インターフェイス領域  
 82 周囲圧力領域  
 84 前縁

【図 1】



【図 3】

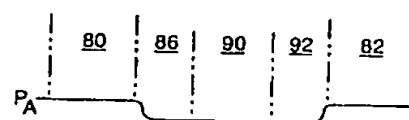


85 前縁  
 86 フラット領域 62 に対応する領域  
 90 キャビティ領域  
 92 フラット領域 64 に対応する領域  
 94 変形または屈曲  
 100 磁気ヘッドアセンブリ  
 104 読取り書き込み素子  
 106 読取り書き込み素子  
 108 フラット領域  
 110 キャビティ  
 112 キャビティ  
 113 フラット領域  
 114 フラット領域  
 115 フラット領域  
 116 フラット領域  
 118 ブリードスロット  
 120 ブリードスロット  
 122 前縁  
 124 前縁  
 126 インターフェイス領域  
 130 基材  
 132 基材  
 134 クロージャピース  
 136 クロージャピース  
 138 アウトリガ  
 140 アウトリガ

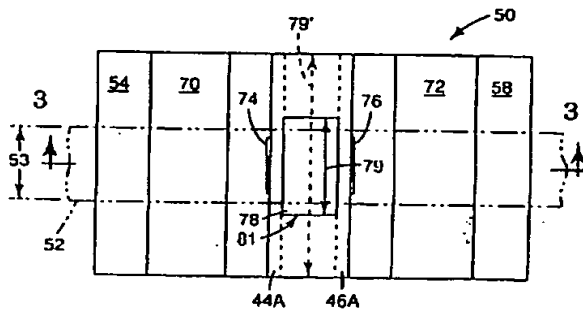
【図 2】



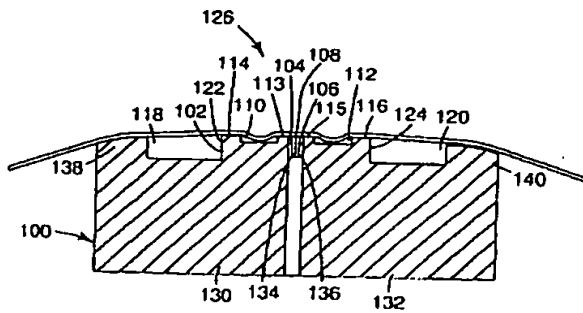
【図 4】



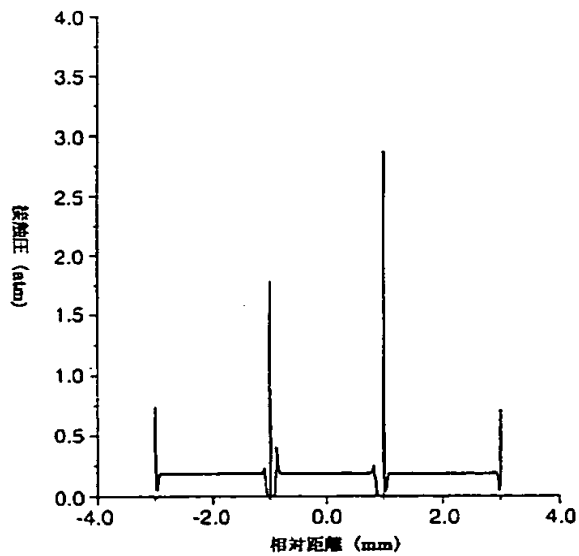
【図 5】



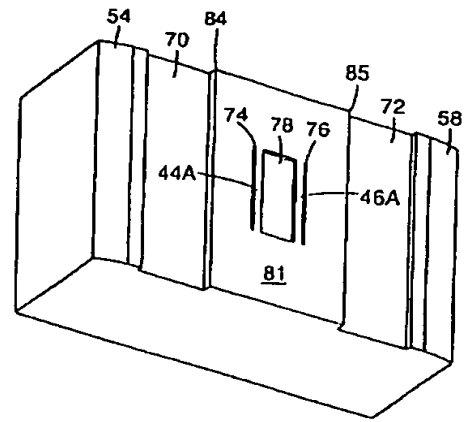
【図 7】



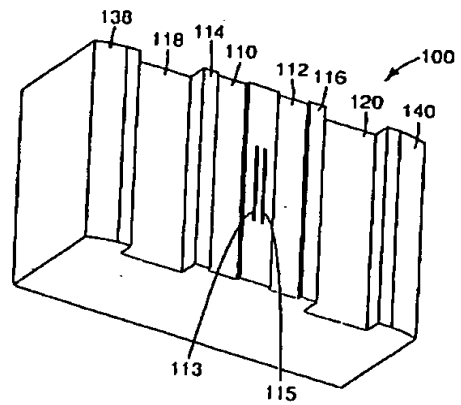
【図 9】



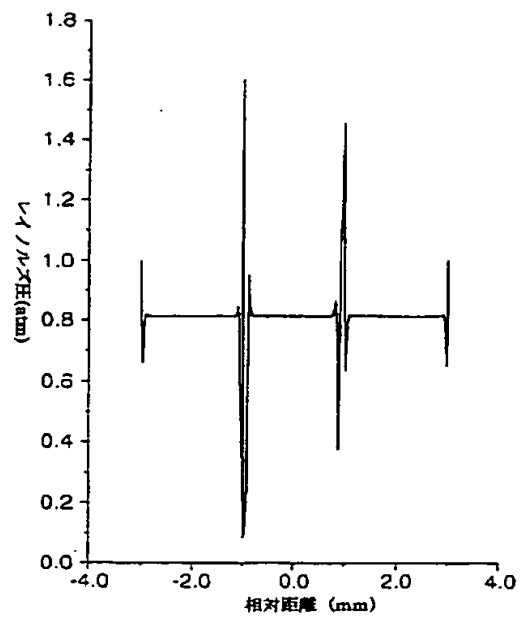
【図 6】



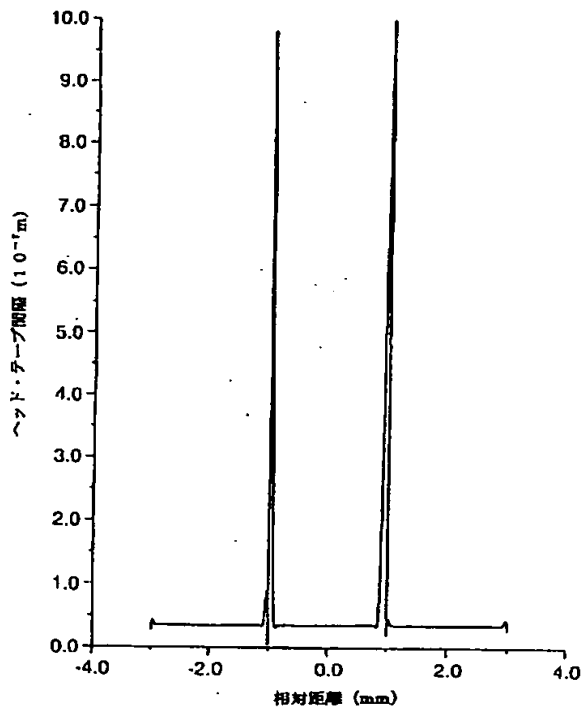
【図 8】



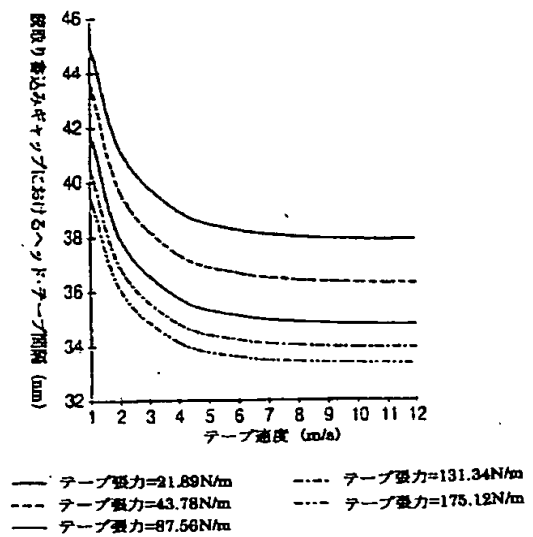
【図 10】



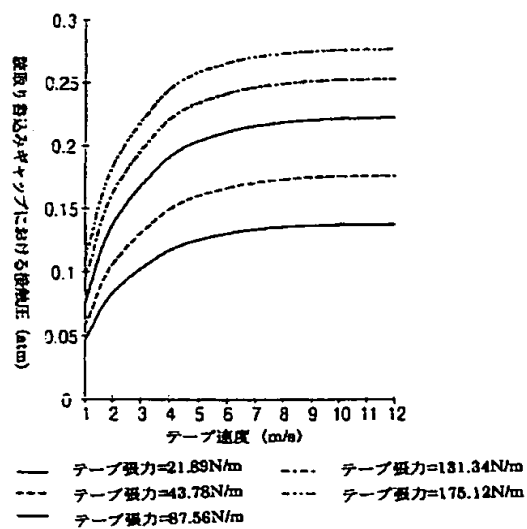
【図 11】



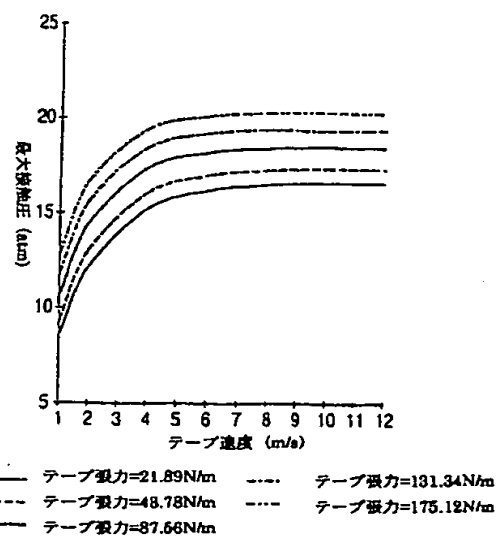
【図 12】



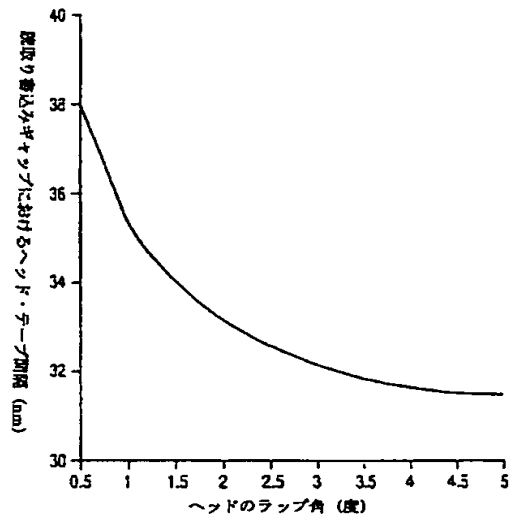
【図 13】



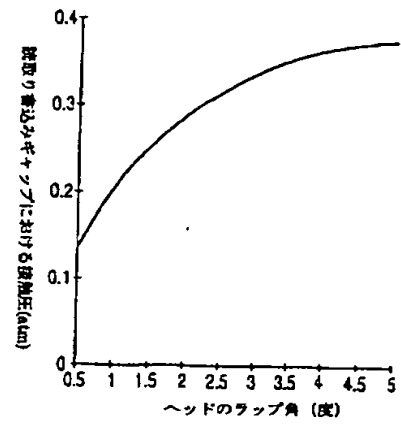
【図 14】



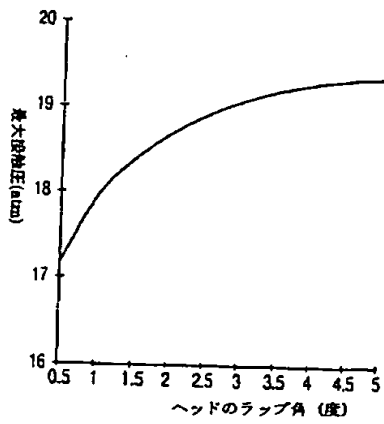
【図 15】



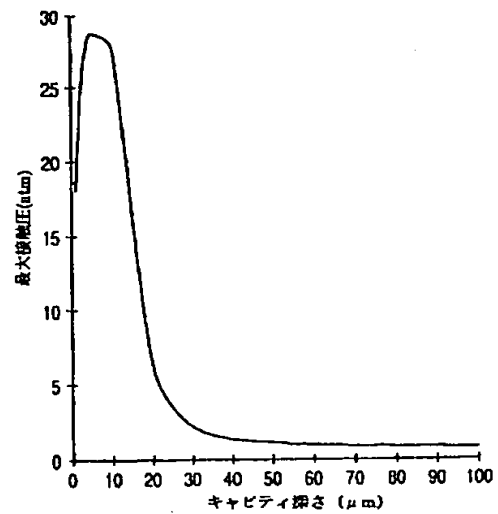
【図 16】



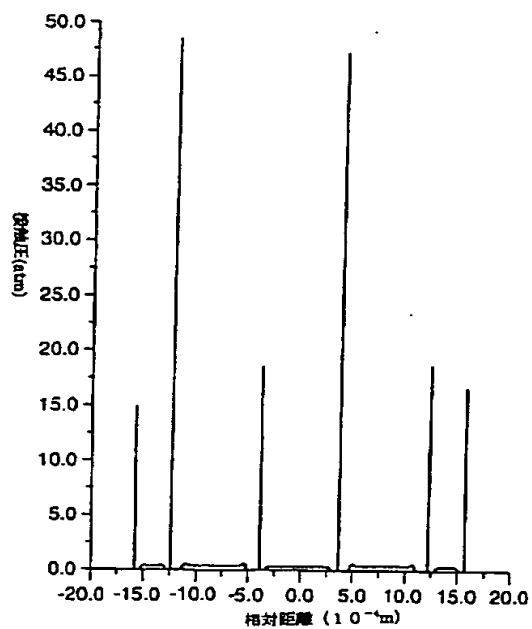
【図 17】



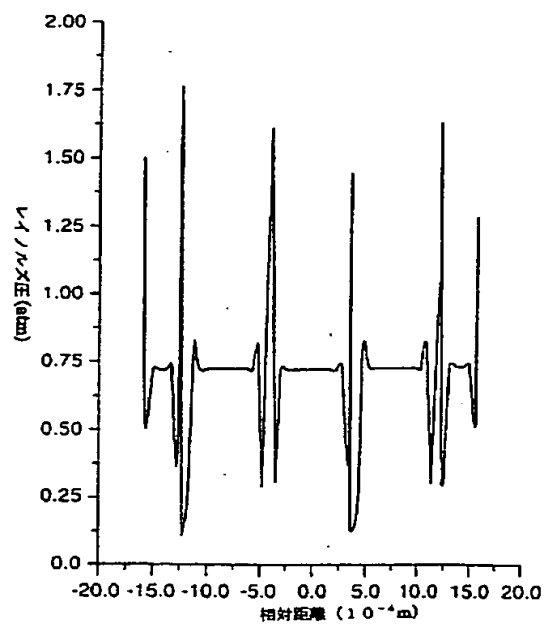
【図 18】



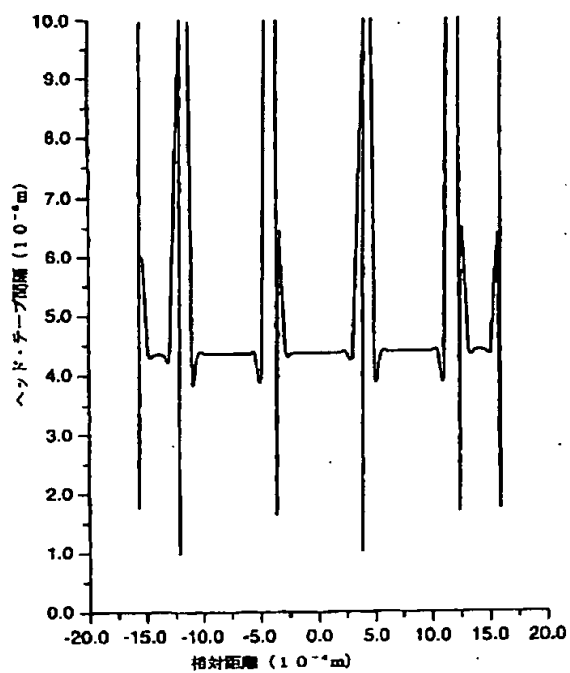
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(72)発明者 セオドア・アルバート・シュワルツ  
アメリカ合衆国55164-0898ミネソタ州セ  
ント・ポール、ポスト・オフィス・ボック  
ス64898